

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-018091  
 (43)Date of publication of application : 17.01.2003

(51)Int.Cl.

H04B 7/26  
 H04B 7/24  
 H04Q 7/38

(21)Application number : 2001-205014

(22)Date of filing : 05.07.2001

(71)Applicant : MITSUBISHI MATERIALS CORP

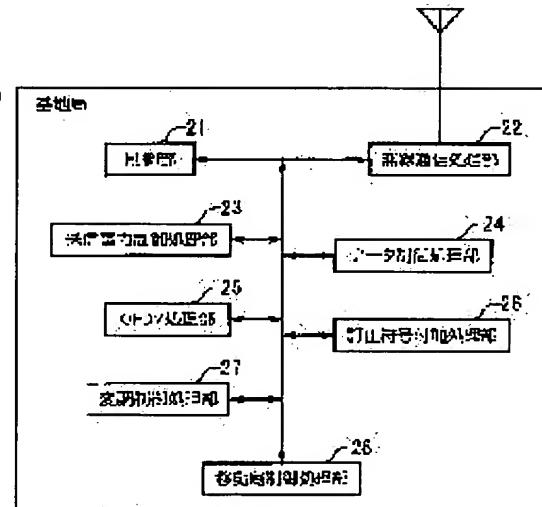
(72)Inventor : TAKANO RIKUO  
 UEOKA YASUSHIGE  
 TASATO KAZUYOSHI  
 NAKAMURA KENZO  
 MATSUNO YOSHIHIRO  
 HATTORI TAKESHI

## (54) RADIO DATA COMMUNICATION SYSTEM, RADIO DATA COMMUNICATION METHOD AND PROGRAM THEREOF

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a radio data communication system, in which a base station carries out modulation of OFDM system by using the same frequency band as that of an adjacent base station, and to provide a radio data communication method and its program.

**SOLUTION:** In the radio data communication system, employing a plurality of base stations each making communication with a mobile station by adopting the OFDM system for the modulation system, a transmission power control processing section 23 of the base station controls each sub channel for transmission with arbitrary transmission power. A wireless communication processing section 22 uses one or a plurality of sub channels to conduct communication with a mobile station. A data control processing section 24 applies packet multiple access to the mobile station, by using communication data comprising a plurality of packets, each of which includes access control information used for controlling the access.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-18091

(P2003-18091A)

(43)公開日 平成15年1月17日(2003.1.17)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H 04 B 7/26  
7/24  
H 04 Q 7/38

識別記号

1 0 2

F I

H 04 B 7/26  
7/24  
7/26

テーマコード(参考)

1 0 2 5 K 0 6 7  
E  
1 0 9 B

審査請求 未請求 請求項の数20 O.L (全 14 頁)

(21)出願番号

特願2001-205014(P2001-205014)

(22)出願日

平成13年7月5日(2001.7.5)

(71)出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社

東京都千代田区大手町1丁目5番1号

(72)発明者 高野 陸男

東京都千代田区大手町一丁目5番1号 三菱マテリアル株式会社移動体事業推進本部内

(74)代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外6名)

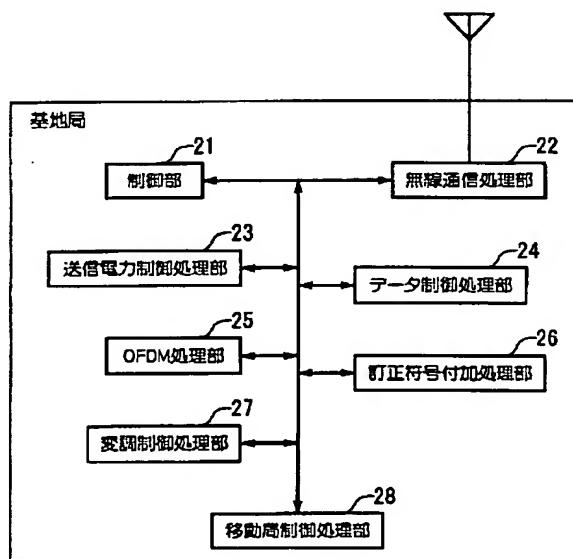
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 無線データ通信システム、無線データ通信方法およびそのプログラム

(57)【要約】

【課題】 隣接する基地局と、同一の周波数帯域を用いてOFDM方式の変調を行う無線データ通信システム、無線データ通信方法およびそのプログラムを提供する。

【解決手段】 変調方式に、OFDM方式を用いて移動局と通信を行う基地局を複数具備する無線データ通信システムであって、送信電力制御処理部23は、各サブチャネルを任意の送信電力で送信するよう制御する。無線通信処理部22は、サブチャネルの一つまたは複数を用いて移動局と通信を行う。データ制御処理部24は、移動局との通信データは複数のパケットから成り、該パケットには接続制御情報が含まれ、該接続制御情報を基に接続を制御するパケット多元接続を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 変調方式に、OFDM方式を用いて移動局と通信を行う基地局を複数具備する無線データ通信システムであって、

前記各基地局は、

各サブチャネルを任意の送信電力で送信するよう制御する送信電力制御手段と、

前記サブチャネルの一つまたは複数を用いて移動局と通信を行う通信手段と、

前記移動局との通信データは複数のパケットから成り、該パケットには接続制御情報が含まれ、該接続制御情報を基に接続を制御するパケット多元接続を行うデータ制御手段とを具備することを特徴とする無線データ通信システム。

【請求項2】 前記通信手段は、

異なる送信電力で送信する複数のサブチャネルを一つの移動局へ割当てて通信を行うことを特徴とする請求項1に記載の無線データ通信システム。

【請求項3】 変調方式に、OFDM方式を用いて移動局と通信を行う複数の基地局を具備する無線データ通信システムであって、

前記各基地局は、

各サブチャネルを任意の送信電力で送信するよう制御する送信電力制御手段を具備し、

前記送信電力制御手段は、隣接する基地局とは異なるサブチャネル用いて、該隣接する基地局のセル内に到達可能な所定の値以上の送信電力で送信することを特徴とする無線データ通信システム。

【請求項4】 前記各基地局は、

隣接する基地局が複数ある場合、隣接する各基地局より前記所定の値以上の送信電力で送信されるサブチャネルが、自局において前記所定の値以下の送信電力で送信される自局サブチャネルの部分集合であり、かつ、隣接する各基地局の前記サブチャネルは該基地局間で互いに素であることを特徴とする請求項3に記載の無線データ通信システム。

【請求項5】 前記各基地局は、

隣接する基地局が前記所定の値以上の送信電力で送信するサブチャネルと、自局において前記所定の値以下の送信電力で送信するサブチャネルが干渉する無線ゾーンにおいて、該サブチャネルで送信するデータに訂正符号を付加する訂正符号付加手段を更に具備することを特徴とする請求項3または請求項4に記載の無線データ通信システム。

【請求項6】 前記各基地局は、複数の指向性アンテナを更に具備し、

前記複数の指向性アンテナは、

該指向性アンテナからの電波の重なりが最小で、基地局の周囲を覆うように設置され、

周囲の基地局が具備しかつ対向する指向性アンテナから

前記所定の値以上の電力で送信されるサブチャネルと、自局の対向する指向性アンテナより前記所定の値以上の電力で送信されるサブチャネルが異なることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の無線データ通信システム。

【請求項7】 前記送信電力制御手段は、前記基地局の通信トラフィックに応じて送信電力を制御することを特徴とする請求項1、2、6のいずれかに記載の無線データ通信システム。

【請求項8】 前記各基地局は、

前記送信電力制御手段が、所定の電力値以下の送信電力で一つまたは複数のサブチャネルを送信するよう制御する場合、

該サブチャネルの変調を更に多値化する変調制御手段を更に具備することを特徴とする請求項1から請求項7のいずれかに記載の無線データ通信システム。

【請求項9】 前記送信電力制御手段は、送信電力を予め定める複数の電力値で送信し、各電力値が対数正規分布に従うよう制御することを特徴とする請求項1から請求項8のいずれかに記載の無線データ通信システム。

【請求項10】 前記各基地局は、

自局送信信号による受信信号への干渉を、該自局送信信号を用いて除去する受信手段を更に具備し、前記移動局は、前記基地局と同一周波数帯域のサブチャネルを用いて送受信を行うことを特徴とする請求項1から請求項9のいずれかに記載の無線データ通信システム。

【請求項11】 前記各基地局は、

移動局における送信電力を制御するための制御指示を送信する移動局制御手段を更に具備し、前記移動局は、前記基地局からの前記制御指示を受信し、該制御指示に従って送信電力を制御する通信制御手段を更に具備することを特徴とする請求項10に記載の無線データ通信システム。

【請求項12】 請求項1から請求項11に記載の無線データ通信システムで用いられる移動局であって、

前記基地局より受信可能なサブチャネルを一つまたは複数検出する検出手段と、

前記検出手段が検出した一つまたは複数のサブチャネルから利用するサブチャネルを決定するサブチャネル決定手段と、

決定した該サブチャネルを前記基地局へ通知する通知手段とを具備することを特徴とする移動局。

【請求項13】 前記検出手段は、前記各サブチャネルの送信電力に関する情報を検出し、

前記サブチャネル決定手段は、通信可能なサブチャネルの中より、送信電力の低い順にサブチャネルを選択して、利用するサブチャネルを決定することを特徴とする請求項12に記載の移動局。

【請求項14】 変調方式に、OFDM方式を用いて移

動局と通信を行う基地局を複数用いた無線データ通信方法であって、  
前記各基地局において、  
各サブチャネルを任意の送信電力で送信するよう制御する第一のステップと、  
前記サブチャネルの一つまたは複数を用いて移動局と通信を行う第二のステップと、  
前記移動局との通信データは複数のパケットから成り、該パケットには接続制御情報が含まれ、該接続制御情報を基に接続を制御するパケット多元接続を行う第三のステップと有することを特徴とする無線データ通信方法。

【請求項15】前記第二のステップは、異なる送信電力で送信する複数のサブチャネルを一つの移動局へ割当てて通信を行うことを特徴とする請求項14に記載の無線データ通信方法。

【請求項16】変調方式に、OFDM方式を用いて移動局と通信を行う複数の基地局を用いた無線データ通信方法であって、

各サブチャネルを任意の送信電力で送信する際に、隣接する基地局とは異なるサブチャネル用いて、該隣接する基地局のセル内に到達可能な所定の値以上の送信電力で送信することを特徴とする無線データ通信方法。

【請求項17】隣接する基地局が複数ある場合、隣接する各基地局より前記所定の値以上の送信電力で送信されるサブチャネルが、自局において前記所定の値以下の送信電力で送信される自局サブチャネルの部分集合であり、かつ、隣接する各基地局の前記サブチャネルは該基地局間で互いに素であることを特徴とする請求項16に記載の無線データ通信方法。

【請求項18】変調方式に、OFDM方式を用いて移動局と通信を行う複数の基地局を具備する無線データ通信システムにおける基地局用のプログラムであって、各サブチャネルを任意の送信電力で送信するよう制御する第一のステップと、

前記サブチャネルの一つまたは複数を用いて移動局と通信を行う第二のステップと、  
前記移動局との通信データは複数のパケットから成り、該パケットには接続制御情報が含まれ、該接続制御情報を基に接続を制御するパケット多元接続を行う第三のステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項19】前記第二のステップは、異なる送信電力で送信する複数のサブチャネルを一つの移動局へ割当てて通信を行うことを特徴とする請求項18に記載のプログラム。

【請求項20】変調方式に、OFDM方式を用いて移動局と通信を行う複数の基地局を具備する無線データ通信システムにおける基地局用のプログラムであって、各サブチャネルを任意の送信電力で送信する際に、隣接

する基地局とは異なるサブチャネル用いて、該隣接する基地局のセル内に到達可能な所定の値以上の送信電力で送信することを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、移動局と、無線データ通信を行う複数の基地局を備えた無線データ通信システムに関するものである。

【0002】

10 【従来の技術】従来、無線データ通信は、地上波を用いた移動体通信においてOFDM(直交周波数分割多重)方式を利用することは、多重遅延波の影響により生じる符号間干渉を軽減できることから高速無線データ伝送を行う場合に有用である。しかし、セル構成において周波数の利用効率を高めるため、隣接する基地局と、同一の周波数帯域を用いてOFDM方式の変調を行うと、干渉が起きてしまうという問題があった。

【0003】そこで、隣接する基地局との干渉の問題を解決するために、OFDM-FH(周波数ホッピング)、OFDM-CDMA(符号分割多元接続)などが考えられている。しかし、基地局間での相互干渉による影響を最小にする必要から周波数の利用効率を向上するためには、移動局と基地局間において電力制御を行う必要があった。また、さらに高い周波数の利用効率を維持するためには、精査なゾーン設計を行う必要があった。このような精密なゾーン設計は、基地局の増設、移動などに対して、周囲の変更を必要とすることがほとんどであり、変更に必要な期間が長く、費用も大きなものとなっていた。更に、OFDM-FHにおけるホッピングパターンや、OFDM-CDMAにおける符号など、利用者に固有の条件を割り振る方法により、複雑な無線通信管理を行っていた。

【0004】また、電力制御を用いた場合、セルの境界における干渉を考慮する必要がある。境界における電力干渉は、周辺物の移動などにより、短時間(車などの移動など)あるいは長時間(ビルの増設など)において刻々と変化するため、その変動を許容するマージンを予め必要とする。その結果、理想的な効率に対して低い効率を維持するため、システム全体の効率が低くなる。また、このことは、ゾーン設計を管理するためのメンテナンスが必要なことを意味しており、これに対するコスト負担が必要となる。

【0005】また、電力制御は、移動体の速度により精度が異なる。例えば、DS-SS(直接拡散方式一スペクトラム拡散)を用いたCDMA方式などでは、定期的な時間に電力を検出する方法であるが、フェーシングに対しての時間的な特徴は移動速度によって変わるために、一定の時間間隔ですべてを満足することができないのは容易に考えられる。それに対応するためにシステムマージンが考慮されているが、干渉限界で通信容量が制限さ

れるので、結果的に通信容量が犠牲になる。

【0006】また、干渉限界値や測定の時間間隔、電力制御のための帰還量などは、確率的に解析され決められていることから、特殊な分布が生じた場合に対応することができない。したがって、上述した無線データ通信システムは、システムの稼動状態が、常に不安定な状態にさらされている。また、OFDMは、平均電力に対してピーク電力が大きくなることから、送信歪みの小さな電力増幅器を用いる。このため、送信電力効率が低い。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来、移動体通信においてOFDM方式による通信が行われていたが、隣接する基地局と、同一の周波数帯域を用いてOFDM方式の変調を行うと、干渉が起こってしまうという問題があった。

【0008】また、基地局が移動局の移動に応じて送信電力の電力制御を行う場合、通信状態の変動を許容するマージンを予め必要とするため、システム全体の効率や通信容量が低下するという問題があった。さらに、移動局の特殊な分布が生じた場合に対応することができず、無線データ通信システム全体が、常に不安定な状態にさらされているという問題があった。

【0009】また、OFDMを用いた場合、アンテナに供給する前のアンプによる歪みやアンテナまでのケーブル、フィルタなどによる位相ずれが理由で相互に周波数直交性を満足することが難しいことから、指向性アンテナにより同じ周波数帯域を用いたセクタ化を行うことができないという問題があった。

【0010】この発明は、上述した事情を考慮してなされたもので、隣接する基地局と、同一の周波数帯域を用いてOFDM方式の変調を行う無線データ通信システム、無線データ通信方法およびそのプログラムを提供することを目的とする。また、OFDM方式を用いた、基地局が移動局の移動に応じた送信電力の電力制御を行う必要の無い無線データ通信システム、無線データ通信方法およびそのプログラムを提供することを目的とする。また、OFDM方式を用いて、さらに指向性アンテナによるセクタ化が可能な無線データ通信システム、無線データ通信方法およびそのプログラムを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明は、上述した課題を解決すべくなされたもので、本発明による無線データ通信システムにおいては、変調方式に、OFDM方式を用いて移動局と通信を行う基地局を複数具備する無線データ通信システムであって、各基地局は、各サブチャネルを任意の送信電力で送信するよう制御する送信電力制御手段と、サブチャネルの一つまたは複数を用いて移動局と通信を行う通信手段と、移動局との通信データは複数のパケットから成り、該パケットには接続制御情報

が含まれ、該接続制御情報を基に接続を制御するパケット多元接続を行うデータ制御手段とを具備することを特徴とする。

【0012】これにより、各基地局は、各サブチャネルを任意の送信電力で送信するよう制御する送信電力制御手段と、サブチャネルの一つまたは複数を用いて移動局と通信を行う通信手段と、移動局との通信データは複数のパケットから成り、該パケットには接続制御情報が含まれ、該接続制御情報を基に接続を制御するパケット多元接続を行うデータ制御手段とを具備するので、周囲の基地局と干渉しない距離まで電波を送信するよう送信電力を制御できる。これにより、各基地局で同一周波数帯域を利用したOFDM方式での通信を行うことができる。尚、パケット多元接続については、特願平11-01479に開示されている。

【0013】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、上記通信手段は、異なる送信電力で送信する複数のサブチャネルを一つの移動局へ割当てて通信を行うことを特徴とする。これにより、上記通信手段は、異なる送信電力で送信する複数のサブチャネルを一つの移動局へ割当てて通信を行うので、通信量の制御を簡便に行うことができる。また、大きな送信電力で送信されるサブチャネルが割り当てられると、通信可能なエリアが広がり、基地局と安定して接続することができる。

【0014】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、上記変調方式に、OFDM方式を用いて移動局と通信を行う複数の基地局を具備する無線データ通信システムであって、各基地局は、各サブチャネルを任意の送信電力で送信するよう制御する送信電力制御手段を具備し、該送信電力制御手段は、隣接する基地局とは異なるサブチャネル用いて、該隣接する基地局のセル内に到達可能な所定の値以上の送信電力で送信することを特徴とする。

【0015】これにより、各基地局は、各サブチャネルを任意の送信電力で送信するよう制御する送信電力制御手段を具備し、該送信電力制御手段は、隣接する基地局とは異なるサブチャネル用いて、該隣接する基地局のセル内に到達可能な所定の値以上の送信電力で送信するので、隣接する基地局において、各基地局より所定の値以上の送信電力で送信されるサブチャネルによって、干渉が起きることを防ぐことができる。

【0016】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、上記各基地局は、隣接する基地局が複数ある場合、隣接する各基地局より所定の値以上の送信電力で送信されるサブチャネルが、自局において所定の値以下の送信電力で送信される自局サブチャネルの部分集合であり、かつ、隣接する各基地局のサブチャネルは該基地局間で互いに素であることを特徴とする。

【0017】これにより、自局において、所定の値以下

の送信電力で送信される自局サブチャネルと、ある方向に隣接する基地局のサブチャネルが重複（部分集合）していても、自局からみて、該方向のエリアで該サブチャネルは使用できないが、それ以外（部分集合以外）のサブチャネルを使用することができます。さらに、周辺の基地局で用いる所定の値以上の送信電力で送信されるサブチャネルは、各基地局間で違う（互いに素である）ので、自局からみて、各方向において、使用できないサブチャネルは部分的なチャネルである。すなわち、周辺の基地局で所定の値以上の送信電力により用いられ、自局で所定の値以下の送信電力で用いるサブチャネルの大部分を使用することができます。

【0018】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、各基地局は、隣接する基地局が所定の値以上の送信電力で送信するサブチャネルと、自局の所定の値以上でない送信電力で送信するサブチャネルが干渉する無線ゾーンにおいて、該サブチャネルで送信するデータに訂正符号を付加する訂正符号付加手段を更に具備することを特徴とする。

【0019】これにより、各基地局は、隣接する基地局が所定の値以上の送信電力で送信するサブチャネルと、自局の所定の値以上でない送信電力で送信するサブチャネルが干渉する無線ゾーンにおいて、該サブチャネルで送信するデータに訂正符号を付加する訂正符号付加手段を更に具備することで、干渉によりS/Nが劣化した信号を訂正符号により訂正することができる。

【0020】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、各基地局は、複数の指向性アンテナを更に具備し、複数の指向性アンテナは、該指向性アンテナからの電波の重なりが最小で、基地局の周囲を覆うように設置され、周囲の基地局が具備しつつ対向する指向性アンテナから所定の値以上の電力で送信されるサブチャネルと、自局の対向する指向性アンテナより所定の値以上の電力で送信されるサブチャネルが異なることを特徴とする。

【0021】これにより、各基地局は、複数の指向性アンテナを更に具備し、周囲の基地局が具備しつつ対向する指向性アンテナから所定の値以上の電力で送信されるサブチャネルと、自局の対向する指向性アンテナより所定の値以上の電力で送信されるサブチャネルが異なるので、自局の指向性アンテナより所定の値以上の電力で送信されるサブチャネルと、対向する指向性アンテナより所定の値以上の電力で送信されるサブチャネルに、干渉が起こるのを防ぐことができる。また、基地局を共有して同一帯域を指向性により分けて使ったセル構成にすることができ、周波数利用効率の向上を行うことができる。

【0022】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、送信電力制御手段は、基地局の通信トラフィックに応じて送信電力を制御することを特徴とす

る。これにより、送信電力制御手段は、基地局の通信トラフィックに応じて送信電力を制御するので、通信トラフィックの分布に応じて通信量の制御を行うことができる。

【0023】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、各基地局は、送信電力制御手段が、所定の電力値以下の送信電力で一つまたは複数のサブチャネルを送信するよう制御する場合、該サブチャネルの変調を更に多値化する変調制御手段を更に具備することを特徴とする。これにより、各基地局は、送信電力制御手段が、所定の電力値以下の送信電力で一つまたは複数のサブチャネルを送信するよう制御する場合、該サブチャネルの変調を更に多値化する変調制御手段を更に具備するので、マルチバスフェージングの影響が少ない近距離へのみ送信する場合に、低電力値の送信電力で送信するサブチャネルをより多値化した変調方式で変調できる。

【0024】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、上記送信電力制御手段は、送信電力を予め定める複数の電力値で送信し、各電力値が対数正規分布に従うよう制御することを特徴とする。これにより、上記送信電力制御手段は、送信電力を予め定める複数の電力値で送信し、各電力値が対数正規分布に従うよう制御するので、送信電力に指数的に対応する電波の到達距離が、等間隔になるよう制御できる。

【0025】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、上記各基地局は、自局送信信号による受信信号への干渉を、該自局送信信号を用いて除去する受信手段を更に具備し、上記移動局は、基地局と同一周波数帯域のサブチャネルを用いて送受信を行うことを特徴とする。これにより、各基地局は、自局送信信号による受信信号への干渉を、該自局送信信号を用いて除去する受信手段を更に具備し、移動局は、基地局と同一周波数帯域のサブチャネルを用いて送受信を行うので、基地局が送信に用いる周波数帯域と同一の周波数帯域を用いた移動局からの送信信号を受信することができる。

【0026】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、上記各基地局は、移動局における送信電力を制御するための制御指示を送信する移動局制御手段を更に具備し、上記移動局は、基地局からの制御指示を受信し、該制御指示に従って送信電力を制御する通信制御手段を更に具備することを特徴とする。これにより、各基地局は、移動局における送信電力を制御するための制御指示を送信する移動局制御手段を更に具備し、移動局は、基地局からの制御指示を受信し、該制御指示に従って送信電力を制御する通信制御手段を更に具備するので、基地局からの制御により移動局の送信電力を最適化できる。

【0027】また、本発明による移動局においては、上述した無線データ通信システムで用いられる移動局であって、基地局より受信可能なサブチャネルを一つまたは

複数検出する検出手段と、検出手手段が検出した一つまたは複数のサブチャネルから利用するサブチャネルを決定するサブチャネル決定手段と、決定した該サブチャネルを基地局へ通知する通知手段とを具備することを特徴とする。これにより、基地局より受信可能なサブチャネルを一つまたは複数検出する検出手手段と、検出手手段が検出した一つまたは複数のサブチャネルから利用するサブチャネルを決定するサブチャネル決定手段と、決定した該サブチャネルを基地局へ通知する通知手段とを具備するので、移動局より利用したいサブチャネルを指定することができます。

【0028】また、本発明による移動局においては、上記検出手手段は、各サブチャネルの送信電力に関する情報も検出し、上記サブチャネル決定手段は、通信可能なサブチャネルの中より、送信電力の低い順にサブチャネルを選択して、利用するサブチャネルを決定することを特徴とする。これにより、検出手手段は、各サブチャネルの送信電力に関する情報も検出し、上記サブチャネル決定手段は、通信可能なサブチャネルの中より、送信電力の低い順よりサブチャネルを選択して、利用するサブチャネルを決定するので、移動局からの送信信号による干渉の影響を最小限にすることができます。

【0029】また、本発明による無線データ通信方法においては、変調方式に、OFDM方式を用いて移動局と通信を行う基地局を複数用いた無線データ通信方法であって、各基地局において、各サブチャネルを任意の送信電力で送信するよう制御する第一のステップと、サブチャネルの一つまたは複数を用いて移動局と通信を行う第二のステップと、移動局との通信データは複数のパケットから成り、該パケットには接続制御情報が含まれ、該接続制御情報を基に接続を制御するパケット多元接続を行う第三のステップとを有することを特徴とする。

【0030】また、本発明による無線データ通信方法においては、第二のステップは、異なる送信電力で送信する複数のサブチャネルを一つの移動局へ割当てて通信を行うことを特徴とする。

【0031】また、本発明による無線データ通信方法においては、変調方式に、OFDM方式を用いて移動局と通信を行う複数の基地局を用いた無線データ通信方法であって、各サブチャネルを任意の送信電力で送信する際に、隣接する基地局とは異なるサブチャネル用いて、該隣接する基地局のセル内に到達可能な所定の値以上の送信電力で送信することを特徴とする。

【0032】また、本発明による無線データ通信方法においては、隣接する基地局が複数ある場合、隣接する各基地局より前記所定の値以上の送信電力で送信されるサブチャネルが、自局において前記所定の値以下の送信電力で送信される自局サブチャネルの部分集合であり、かつ、隣接する各基地局の前記サブチャネルは該基地局間で互いに素であることを特徴とする。

【0033】また、本発明によるプログラムは、変調方式に、OFDM方式を用いて移動局と通信を行う複数の基地局を具備する無線データ通信システムにおける基地局用のプログラムであって、各サブチャネルを任意の送信電力で送信するよう制御する第一のステップと、サブチャネルの一つまたは複数を用いて移動局と通信を行う第二のステップと、移動局との通信データは複数のパケットから成り、該パケットには接続制御情報が含まれ、該接続制御情報を基に接続を制御するパケット多元接続を行う第三のステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするプログラムである。

【0034】また、本発明によるプログラムは、第二のステップは、異なる送信電力で送信する複数のサブチャネルを一つの移動局へ割当てて通信を行うことを特徴とするまた、本発明によるプログラムは、変調方式に、OFDM方式を用いて移動局と通信を行う複数の基地局を具備する無線データ通信システムにおける基地局用のプログラムであって、各サブチャネルを任意の送信電力で送信する際に、隣接する基地局とは異なるサブチャネル用いて、該隣接する基地局のセル内に到達可能な所定の値以上の送信電力で送信することを特徴とするプログラムである。

#### 【0035】

【発明の実施の形態】以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明する。ただし、以下の実施の形態は特許請求の範囲に記載された発明を限定するものではなく、また実施の形態の中で説明されている特徴の組み合わせのすべてが発明の解決手段に必要であるとは限らない。まず、本発明の一実施形態である無線データ通信システムが具備する基地局の概略構成について図を用いて説明する。図1は、本発明の一実施形態である無線データ通信システムが具備する基地局の概略構成を示すブロック図である。図において符号21は、基地局A内のデータの流れを制御する制御部である。22は、移動局とサブチャネルの一つまたは複数を用いて移動局と通信を行う無線通信処理部（通信手段）である。尚、無線通信処理部22は、異なる送信電力で送信する複数のサブチャネルを一つの移動局へ割当てて送信することもできる。また、無線通信処理部22は、自局送信信号による受信信号への干渉を、該自局送信信号を用いて除去する機能も有する。

【0036】23は、各サブチャネルを任意の送信電力で送信するよう制御する送信電力制御処理部である。送信電力制御処理部23は、基地局の通信トラフィックに応じて送信電力を制御することができる。24は、基地局と移動局との通信データを、複数のパケットとして、該パケットには接続制御情報を含ませ、該接続制御情報を基に接続を制御するパケット多元接続を行うデータ制御処理部である。25は、各サブチャネルを固有の周波数で変調してOFDM処理を行うOFDM処理部であ

る。26は、隣接する基地局が所定の値以上の送信電力で送信するサブチャネルと、自局の所定の値以上でない送信電力で送信するサブチャネルが干渉する無線ゾーンにおいて、該サブチャネルで送信するデータに訂正符号を付加する訂正符号付加処理部である。

【0037】27は、送信電力制御処理部23が、小電力値の送信電力で一つまたは複数のサブチャネルを送信するよう制御する場合に、OFDM処理部25を制御して、該サブチャネルの変調を更に多値化する変調制御処理部である。尚、小電力値とは、例えばフェーシングの影響が少ない基地局に近い距離までしか電波が届かない電力値である。また、変調の多値化とは、OFDM処理部25でQPSK(Quadrature Phase Shift Keying)を用いて処理している場合に、16値QAM(Quadrature Amplitude Modulation)などの、より多値の変調方式を用いるよう制御することである。28は、移動局における送信電力を制御するための制御指示を送信する移動局制御処理部である。

【0038】尚、上記に示した図1の各処理部は専用のハードウェアにより実現されるものであってもよく、また、各処理部はメモリおよびCPU(中央演算装置)により構成され、各処理部の機能を実現する為のプログラムをメモリにロードして実行することによりその機能を実現させるものであってもよい。また、上記メモリは、ハードディスク装置や光磁気ディスク装置、フラッシュメモリ等の不揮発性のメモリや、CD-ROM等の読み出しのみが可能な記録媒体、RAM(Random Access Memory)のような揮発性のメモリ、あるいはこれらの組み合わせによるコンピュータ読み取り、書き込み可能な記録媒体より構成されるものとする。

【0039】次に、本発明の第一の実施形態である無線データ通信システムについて、6角セルの場合における効果を模式的に示す図を用いて説明する。図2は、本発明の一実施形態による無線データ通信システムの6角セ

- ・セル2A(最大電力)の通信容量
- ・セル1Aの通信容量
- ・基地局Aの通信容量

以上により、使用する7つのチャネルより、理論的に伝送可能な最大の通信量は7Cであり、干渉なく伝送可能な通信容量の比率を求めると6/7より85.7%となる。

※

$$\begin{aligned}
 & \cdot \text{最外郭セルの通信容量} : NC/S \quad (N \geq S) \\
 & \cdot \text{内郭セルの通信容量} : ((S-2)/(S-1)) \times (N - N/S)C \\
 & = ((S-2)/S)NC \\
 & \cdot \text{該基地局の通信容量} : (S-2)/(S-1) \times NC - (S-2)/(S-1) \\
 & \quad \times NC/S + NC/S \\
 & = \{(S-2)/(S-1) - (S-2)/(S-1)\}/S + 1/S NC \\
 & = ((S-1)/S)NC
 \end{aligned}
 \quad \cdots (\text{式 } 3)$$

\*ルの場合における効果を模式的に示すブロック図である。この図において符号A、B、C、D、E、F、Gは、それぞれ6角セルの無線ゾーン1A、1B…1Gを持つOFDM方式の変調方式で無線データ通信を行う基地局(以下、7つの基地局をまとめて指す場合は基地局A-Gとする)である。

【0040】尚、基地局A-Gの無線通信処理部22は、周波数帯域の違う7つのチャネル(一つまたは複数のサブチャネルから成る)を用いて移動局と無線データ通信を行う。図2中の数字は線分で仕切られたエリアで使用するチャネル数を示す。また、例えば基地局Aの送信電力制御処理部23は、チャネル1を最大送信電力とし、他のチャネルはセル1Aに示す範囲内で移動局と通信可能な送信電力で送信する。また、基地局B-Gについても同様の送信電力の制御である。

【0041】また、無線データ通信システムを模式的に示し説明するため、以下に示すような前提条件とする。  
 ・中心セル2Aの基地局Aに対して、周囲の基地局B-Gを干渉局とおく。

20 20  
 ・周囲の基地局B-Gから基地局Aの内側のセル1Aへの干渉は、対向する方向の各基地局B-Gからの干渉のみとし、それ以外の基地局からの干渉はないものとする。  
 ・内側のセル1A、1B、1C…1Gは、電力が小さいことから通信範囲が独立しており、隣接する基地局と干渉が無いものとする。

【0042】以上の条件を満たす時、基地局Aのセル1Aは、周囲の各基地局B-Gに対向するエリアを表わす線分により6エリアに分かれている。そして、例えば基地局Bに対向するエリアにおいて、通信可能なチャネルは、最大通信電力のチャネル(1ch)と、対向する基地局Bが用いる最大通信電力のチャネル(2ch)以外の、3ch~7chであり、図示した通りである。他のエリアにおいても同様である。

【0043】ここで、1チャネルの通信容量をCとすると、以下の計算結果を導ける。

$$\begin{aligned}
 & : C \\
 & : 5/6 \times 6C = 5C \\
 & : C + 5C = 6C
 \end{aligned}$$

40※【0044】上記の計算をチャネル数:N、クラスタを構成するセル数:S、1チャネルの通信容量をCとして一般化したもの以下に示す。

最外殻セルに独立した全てのチャネルを用いたとする、理論的な最大容量がNCとなるので干渉なく伝送可能な\*

$$R = (S - 1) / S = 1 - 1 / S$$

となる。この(式4)より、一つのクラスタを構成するセル数Sを大きくすれば、ほぼ100%の容量で、同一周波数を繰り返して利用することが可能であるといえる。

【0045】ここで、上述した式を説明する。まず、(式1)については、最大の送信電力で送信するチャネルが、隣接する基地局の最大の送信電力で送信するチャネルと異なる(言い換えると、変調する周波数が異なる)構成とするので、一基地局が使用できる最外郭セルの通信容量はNC/Sとなる。

【0046】次に、(式2)について説明する。隣接する基地局とチャネルが重なっても干渉が許容できる範囲(内郭セル)まで通信可能な送信電力で送信されるチャネルであるので隣接する基地局の内郭セルで使用されるチャネルを考慮する必要はない。そこで、各基地局が最外郭セルで用いたチャネル以外のチャネルを使用する場合のチャネル数はN-N/Sとなる。しかし、隣接する基地局であって、対向する位置の基地局が最大の送信電力で送信するチャネルの干渉をうけるので、1チャネル分、干渉によりデータが損なわれるため(S-2)/(S-1)を乗じる。以上により、(式2)が求まる。

【0047】以上の(式1)と(式2)の和より基地局の通信量を示す(式3)が求まり、該(式3)とチャネルを使用可能な場合の基地局の通信容量NCとの比率を求めることで(式4)が求まる。この(式4)より、隣接する基地局と送信電力の制御により干渉による損失が微小なチャンネルにおいては、同一のチャネルを繰り返して用いることが可能であり、ほぼ100%に近い効率よい通信容量で無線データ通信システムを構築できることを示す。

【0048】以上示したように本発明の第一の実施形態では、隣接する基地局と同じチャネルであっても、2種類の電力量を使い分け、送信電力の制御を行うことで、干渉による損失を抑え、該チャネルを使用可能としていた。しかし、実際に完全に干渉の損失を許容するシステムを2種類の送信電力の制御で行うことは難しい。そこで、本発明の第二の実施形態として、チャネルの送信電力の制御をより機能的にした無線データ通信システムを示し、以下に図を用いて説明する。尚、上記制御とは、チャネルの送信電力を階層的に用いて、更に、該階層を可変とするものである。これにより、柔軟に内郭セルの範囲およびチャネル数の設定を行う。

【0049】図3は、本発明の第二の実施形態による無※

$$C = 1 + \sum_{i=1}^{L-1} (1 - \langle (1/M) \times i / L \rangle) \\ + \sum_{k=1}^{L-1} \sum_{i=1}^k (1 - \langle (1/M) \times i / k \rangle)$$

\* 容量比率をRとすると、

…(式4)

※線データ通信システムの送信電力の階層化を示す図である。この図において符号31は、基地局Aのアンテナを概念的に示すものであり、また、1～5段階の送信電力の階層を示すものもある。同様に32は、基地局Bのアンテナを概念的に示し、送信電力の階層を示すものである。また、基地局Aから基地局Bまでの距離を5段階でしめす数字が付与されている。尚、5の段階の送信電力(最大の送信電力)で送信した電波は、5の距離まで通信範囲となり、以下4～1まで同様である。

【0050】尚、図示していないが基地局A、基地局Bおよび周囲にも基地局があるとして、各基地局においては、最外郭セルを構成する最大の通信電力で送信するチャネルとして、隣接する基地局と互いに異なるチャネルを用いる(第一の実施形態と同様)。また、各基地局は、チャネル毎に割当てた5段階の階層のいずれかの送信電力を用いて送信を行う。したがって、同一の基地局から送信される信号において、階層間でのチャネル干渉は発生しない。また、隣接基地局間のチャネルの干渉率は、“該チャネルとの干渉チャネル数／構成チャネル数”である。

【0051】2基地局間において、相互の階層間の相互干渉率は“相互の干渉チャネル数／構成チャネル数”である。2基地局における相互干渉について、各階層チャネルの累積干渉チャネル数を用いて評価する。ここで、さらに以下のように前提条件を附加する。

- 30 · 最外殻セルどうしは異なるチャネルを用いているため、干渉しない。
- ある場所に位置する移動局において、任意のチャネルに対する干渉波の受信電力が、該チャネルの受信電力と同じかそれ以上大きなときに1/M構成チャネル数(M)で発生する。
- さらに、移動局での受信電力が所定の値より減衰した場合、干渉も起こさず、伝送もしない。
- 階層化された送信電力に階層(クラス)の低い順から昇順で番号を付ける。：クラス1～クラスL
- 各クラスの構成チャネル数Mは、M=Lの関係にある。

【0052】以上により、各クラスは自クラス以上の距離から離れるに従い1/Mの干渉が累積されることになり、さらに自クラス以上の距離を離れた位置で伝送不能となる。上記に示した基地局における通信容量Cを求めるとき、以下の式になる。

【数1】

この式において、右辺第2項は最上階層（最大電力）のチャネルの通信容量である。iは基地局からの距離である。右辺第3項は、最上でない階層における通信容量で\*

$$\begin{aligned} C &= [L - (L-1)/2L] \\ &\quad + [L(L-1)/2 - (1/2L)\{(L(L-1)/2) + L-1\}] \\ &= [(2L^2 - L - 1)/2L] + [(2L^3 - 2L^2 - L + 2)/4L] \\ &= (2L^2 + 2L - 3)/4 \\ &= (L+1/2)^2/2 - 7/8 \end{aligned}$$

上記の式は、階層数L（L：自然数、L>0）に対して単調増加関数である。

【0054】次に、干渉がないと仮定した場合の通信容

$$\begin{aligned} C/T &= \{(2L^2 + 2L - 3)/4\} / \{L(L+1)/2\} \\ &\quad (\text{干渉を受けた後の容量}) / (\text{干渉を受ける前の容量}) \\ &= (2L^2 + 2L - 3)/2L(L+1) \\ &= 1 - [3/2L(L+1)] \end{aligned}$$

$$1 \text{ m} \rightarrow [C/T] = 1 - 0 = 1$$

つまり、階層数Lを大きくすることで、効率は100%に近づく。

【0055】第一の実施形態で示したチャネル構成と、第二の実施形態で示した送信電力の階層化を合せて行うことで、6角セルの各6方向に隣接するセルの最上階層のチャネルが互いに違うチャネルである。また、該チャネル構成を除いた内郭セル用の階層においては、隣接し、対向する基地局の最上階層のチャネルと相互における干渉による衝突を許容できる。以上により、OFDMにおいて同一周波数帯域を用いた繰り返しによるセル構成で、ほぼ100%の効率で伝送が可能となる。

【0056】尚、上述した実施形態においては、送信電力が階層化されていることから、平均電力に対して、ピーク電力が小さくなるため送信電力効率が改善される。これにより、同一の電力増幅器を用いた場合の従来方法に比べて通信エリア範囲が拡大され、送信電力効率が改善される。また、隣接する基地局が最大の送信電力で送信するサブチャネルと、自局の最大でない送信電力で送信するサブチャネルが干渉する無線ゾーンにおいて、訂正符号付加処理部26が、該サブチャネルで送信するデータに訂正符号を付加することで、干渉によるS/Nの劣化を改善してもよい。

【0057】上述した構成にしたがった場合の基地局の伝送容量について、OFDMのサブチャネル数が400チャネルの場合を、以下の条件を例にして計算を行う。

・伝送速度：シンボルレートを12.5kHzとしたQPSKで、サブチャネル1チャネルあたり25(kbit/sec)

・階層数：L=19

・1階層あたりの伝送容量：21ch×25kbps=525kbps

・容量比率：C/T=0.996

以上より、1セルあたりの有効伝送容量を計算すると $19 \times 525 \text{ kbps} \times 0.996 = 9.935 \text{ Mbps}$ とな

\*ある。kは各階層のクラスの値である。

【0053】次に、M=Lであることから、上式は、以下のように計算される。

※量Tに対する、干渉分を除いて得られる通信容量Cの比率を求める以下の式になる

る。

【0058】次に、セル構成が7セルであった場合、同一の周波数帯域を繰り返し用いることで、1セルあたりの有効伝送容量は以下のようになる

$$9.935 \text{ Mbps} \times 6 / 7 = 8.571 \text{ (Mbit/sec)}$$

さらに、送信電力が低い階層においては、伝搬距離が短いことから、端末に到達する過程で反射波が含まれることが少なくなるので、多重波によるS/N比が改善される。これを利用することで、送信信号を変調制御処理部27により多値化することができる。サブチャネル当たりの伝送容量を多くすることが可能となる。尚、多値数については、S/Nの範囲でいくらでも増やすことが可能である。ここでは、送信電力の低い半分の階層に16QAMを用いた例で説明する。

・サブチャネルの信号変調に16QAMを用いた場合、1チャネルあたり50kbpsとなるので、1セルあたりの有効伝送容量は、1.5倍となり、 $8.571 \text{ Mbps} \times 1.5 = 12.8565 \text{ Mbps}$ となる。

【0059】尚、各基地局の送信電力制御処理部23が行う送信電力の階層化において、対数正規分布を用いることで、電波の到達距離を一定間隔とした階層化を行なうことができる。一般に、地上波無線伝搬特性は、対数正規分布に近似できる。よって、電波の到達距離を均等に得るには、対数正規分布にしたがった、クラス毎の送信電力を与えることが必要である。送信電力の階層化により、前述したセル構成の関係を維持できるので、効率の良いエリア構成が可能となり、一様なスループットをエリア全体に与えることができる。

【0060】ここで、本発明の一実施形態における無線データ通信システムの実施例を考えると、上述した基地局に対応した移動局が必要となる。図4は、本発明の一実施形態による無線データ通信システムにおける移動局の概略構成を示すブロック図である。符号41は、移動局内のデータの流れを制御する制御部である。42は、

基地局とOFDM方式で無線通信を行う無線通信処理部である。43は、受信可能な送信電力の階層（クラス）を一つまたは複数検出する検出処理部（検出手段）である。44は、検出処理部43が検出した階層より利用する階層を決定する階層決定処理部（サブチャネル決定手段）である。45は、基地局からの制御指示を受信し、該制御指示に従って送信電力を制御する通信制御処理部（通信制御手段）である。尚、無線通信処理部42は、基地局と同一周波数帯域のサブチャネルを用いて送受信を行うことも可能である。また、検出処理部43は、各サブチャネルの送信電力に関する情報も検出できる。この場合、階層決定処理部44は、通信可能なサブチャネルの中より、送信電力の低い順にサブチャネルを選択して、利用するサブチャネルを決定する。

【0061】次に、本発明の一実施形態における無線データ通信システムの基地局と移動局とで通信を行う際の動作を以下に示す。まず、基地局と移動局が双方で通信を行う際、移動局は、検出処理部43で受信可能な階層を複数検出する。次に、階層決定処理部44は、検出処理部43が検出した複数の階層より通信に利用したい階層を決定する。次に、移動局は、無線通信処理部42を介して基地局に利用したい階層の情報を送信する。その情報から基地局は、移動局と通信可能な階層を利用して通信を行う。このときの、移動局から基地局に情報を伝送する方法は上述したOFDMに限らず、狭帯域伝送や、CDMAなどの広帯域伝送を用いてもよい。

【0062】以上に示したように、同一の周波数帯域を各基地局で繰り返し利用できるOFDM方式による無線データ通信システムでは、基地局ネットワークのフレキシビリティを確保することができる。また、ネットワーク管理を容易にすることができる。更に、干渉の問題を解決して通信容量を損なわず、メンテナンスなどの費用も従来に比べて小額で済む。また、電力制御を基地局一移動局間で行わないことにより、システム効率が低下せず、高速移動時においてもデータ通信が可能となる。また、システムの安定性を確保し、送信電力効率を改善することにもつながる。

【0063】次に、本発明の第三の実施形態である無線データ通信システムにおける基地局のセクタ化を行なった場合について以下に説明する。図5は、本発明の第三の実施形態による無線データ通信システムにおける基地局のセクタ化を示すブロック図である。この図において、符号A、B、C、D、E、F、Gは、6角セルをもち、3方向に向けた3つの指向性アンテナを具備する基地局である。また、図5中の数字は、基地局Aは、チャネル1、6、9で最大の送信電力で送信を行う指向性アンテナを持つことを表わす。他の基地局B-G内の数字についても同様である。

【0064】尚、図5に示すように、セクタ化にはある数以上（図5では9つ）のチャネル数が必要となる他

は、7セルで構成された場合の部分的な構成として考えることができる。すなわち、第一の実施形態および第二の実施形態で示した、チャネル構成と送信電力の階層を用いて、周波数帯域を繰り返し利用する場合と同様に考えることができる。したがって、セクタ化においては単純に、セクタ数倍した容量を共有基地局で持つことができる。したがって、セクタ化された1セルあたりの有効伝送容量を計算すると、 $400 \times 6 / 7 \times 25 \times 3 = 25.713$  (Mbit/sec) となる。

- 10 【0065】また、上述した第三の実施形態では、サービスエリアが一様なトラフィックであることを仮定していた。すなわち、偏りのあるトラフィックの分布に対して考慮されたものではない。そこで、本発明の第四の実施形態として、無線データ通信システムにおいて、偏りのあるトラフィックの分布へ対応する場合について以下に説明する。図6は、本発明の第四の実施形態である無線データ通信システムにおいて、偏りのあるトラフィックの分布を示す図である。図中の斜線のセクタ60について、セクタ60と接する右下の斜線部分がサービスエリア外（例えば海である場合など）だとすると、隣接からの干渉が無い状態となる。したがって、斜線のセクタ60においては、送信電力の階層化の必要は無く、すべてのサブチャネルを同一電力で送信することが可能となる。これは、伝搬する範囲においてすべてのスループットを利用できることを意味している。
- 【0066】上述した第四の実施形態は、セクタ60がサービスエリア外と隣接した極端な場合を説明しているが、前述したセクタ化されたセルについてもこのことは応用できる。すなわち、階層構成を適応的に変えることができれば、トラフィック分布に対して柔軟な対応ができる。例えば、隣接する2つのセクタにおいて、トラフィックに偏りがある場合は、トラフィック量の多い方が、上位の階層（より大きな送信電力）のチャネルを多く利用してもよい。

- 【0067】また、図1において各種処理を行う処理部の機能を実現する為のプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより各処理を行っても良い。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

- 【0068】また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことを行う。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムが送信された場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発メモリ(RAM)のように、一定時間プログラムを保持

しているものも含むものとする。

【0069】また、上記プログラムは、このプログラムを記憶装置等に格納したコンピュータシステムから、伝送媒体を介して、あるいは、伝送媒体中の伝送波により他のコンピュータシステムに伝送されてもよい。ここで、プログラムを伝送する「伝送媒体」は、インターネット等のネットワーク（通信網）や電話回線等の通信回線（通信線）のように情報を伝送する機能を有する媒体のことをいう。また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現する為のものであっても良い。さらに、前述した機能をコンピュータシステムに既に記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であっても良い。以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

#### 【0070】

【発明の効果】以上説明したように本発明による無線データ通信システムにおいては、各基地局は、各サブチャネルを任意の送信電力で送信するよう制御する送信電力制御手段と、サブチャネルの一つまたは複数を用いて移動局と通信を行う通信手段と、移動局との通信データは複数のパケットから成り、該パケットには接続制御情報が含まれ、該接続制御情報を基に接続を制御するパケット多元接続を行うデータ制御手段とを具備するので、周囲の基地局と干渉しない距離まで電波を送信するよう送信電力を制御できる。これにより、各基地局で同一周波数帯域を利用したOFDM方式での通信を行うことができる。よって、各基地局の通信容量を増加させ、効率よく利用することができる。

【0071】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、上記通信手段は、異なる送信電力で送信する複数のサブチャネルを一つの移動局へ割当てて通信を行うので、通信量の制御を簡便に行うことができる。また、大きな送信電力で送信されるサブチャネルが割り当たると、通信可能なエリアが広がり、基地局と安定して接続することができる。以上により、屋外における遅延波の問題をOFDMにより解消することができ、さらには電力管理とチャネル構成及びセル構成により、一定の干渉を許容することで、干渉の問題を解決して容量を損なわない、高効率の無線システムを構築することができる。移動局が通信可能な階層を動的に選択できるので、移動した場所において最適な通信状態を維持することが可能となる。すなわち、移動体通信において、ユーザの状態に左右されない効率のよい無線データ通信が可能となり、さらには、高い周波数利用効率を得られる。

【0072】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、各基地局は、各サブチャネルに固有の周

波数で変調する変調手段と、各サブチャネルを任意の送信電力で送信するよう制御する送信電力制御手段を具備し、該変調手段は、所定の値以上の送信電力で送信されるサブチャネルを、隣接する基地局間で異なる周波数で変調するので、隣接する基地局間において、各基地局より所定の値以上の送信電力で送信されるサブチャネルによって、干渉が起きることを防ぐことができる。これにより最外殻セルのサブチャネルの構成を考慮することで、基地局配置が有機的に扱えるため、基地局ネットワークのフレキシビリティを確保することができる。

【0073】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、上記各基地局は、隣接する基地局が複数ある場合、隣接する各基地局より所定の値以上の送信電力で送信されるサブチャネルが、自局において所定の値以下の送信電力で送信される自局サブチャネルの部分集合であり、かつ、隣接する各基地局のサブチャネルは該基地局間で互いに素であるので、自局において、所定の値以下の送信電力で送信される自局サブチャネルと、ある方向に隣接する基地局のサブチャネルが重複（部分集合）していても、自局からみて、該方向のエリアで該サブチャネルは使用できないが、それ以外（部分集合以外）のサブチャネルを使用することができる。さらに、周辺の基地局で用いる所定の値以上の送信電力で送信されるサブチャネルは、各基地局間で違う（互いに素である）ので、自局からみて、各方向において、使用できないサブチャネルは部分的なチャネルである。すなわち、周辺の基地局で所定の値以上の送信電力により用いられ、自局で所定の値以下の送信電力で用いるサブチャネルの大部分を使用することができる。これにより、限られた周波数帯域での限られたサブチャネル数において、各サブチャネルの利用効率が高くなるという効果が得られる。

【0074】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、各基地局は、隣接する基地局が所定の値以上の送信電力で送信するサブチャネルと、自局の所定の値以上でない送信電力で送信するサブチャネルが干渉する無線ゾーンにおいて、該サブチャネルで送信するデータに訂正符号を付加する訂正符号付加手段を更に具備するので、干渉によりS/Nが劣化した信号を訂正符号により訂正することができる。

【0075】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、各基地局は、複数の指向性アンテナを更に具備し、周囲の基地局が具備しかつ対向する指向性アンテナから所定の値以上の電力で送信されるサブチャネルと、自局の対向する指向性アンテナより所定の値以上の電力で送信されるサブチャネルが、異なる変調周波数であるので、時局の指向性アンテナより所定の値以上の電力で送信されるサブチャネルと、対向する指向性アンテナより所定の値以上の電力で送信されるサブチャネルに、干渉が起るのを防ぐことができる。また、基地局

を共有して同一帯域を指向性により分けて使ったセル構成にことができ、周波数利用効率の向上を行うことができる。

【0076】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、送信電力制御手段は、基地局の通信トラフィックに応じて送信電力を制御するので、通信トラフィックの分布に応じて通信量の制御を行うことができる。これにより、トラフィック分布にしたがって、階層化を適応的に制御することにより、サービスエリア内におけるトラフィック分布に対して一様な効率を維持することが可能となり、高い周波数利用効率を得られる。

【0077】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、各基地局は、送信電力制御手段が、所定の電力値以下の送信電力で一つまたは複数のサブチャネルを送信するよう制御する場合、該サブチャネルの変調を更に多值化する変調制御手段を更に具備するので、フェージングの影響が少ない近距離へのみ送信する場合に、低電力値の送信電力で送信するサブチャネルをより多值化した変調方式で変調できる。

【0078】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、上記送信電力制御手段は、送信電力を予め定める複数の電力値で送信し、各電力値が対数正規分布に従うよう制御するので、送信電力に指数的に対応する電波の到達距離が、等間隔になるよう制御できる。これにより、電力の階層化を正規分布に従うので、一定の距離間隔でエリアの階層化を行うことができ、エリア内のユーザ分布に対して一様なスループットを与えることができる。

【0079】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、各基地局は、自局送信信号による受信信号への干渉を、該自局送信信号を用いて除去する受信手段を更に具備し、移動局は、基地局と同一周波数帯域のサブチャネルを用いて送受信を行うので、基地局が送信に用いる周波数帯域と同一の周波数帯域を用いた移動局からの送信信号を受信することができる。これにより、非対称通信に対応して、同一の周波数帯域を上り、下りの通信に割当てることで、周波数帯域を有効に利用する無線データ通信システムを提供することができる。

【0080】また、本発明による無線データ通信システムにおいては、各基地局は、移動局における送信電力を制御するための制御指示を送信する移動局制御手段を更に具備し、移動局は、基地局からの制御指示を受信し、該制御指示に従って送信電力を制御する通信制御手段を更に具備するので、基地局からの制御により移動局の送信電力を最適化できる。これにより、隣接する基地局から所定の値以上の送信電力で送信されるサブチャネルの利用が可能になるため、周波数帯域の利用効率を向上することができる。

【0081】また、本発明による移動局においては、基地局より受信可能なサブチャネルを一つまたは複数検出する検出手段と、検出手段が検出した一つまたは複数のサブチャネルから利用するサブチャネルを決定するサブチャネル決定手段と、決定した該サブチャネルを基地局へ通知する通知手段とを具備するので、移動局より利用したいサブチャネルを指定することができる。

【0082】また、本発明による移動局においては、検出手段は、各サブチャネルの送信電力に関する情報も検出し、上記サブチャネル決定手段は、通信可能なサブチャネルの中より、送信電力の低い順よりサブチャネルを選択して、利用するサブチャネルを決定するので、移動局からの送信信号による干渉の影響を最小限にすることができる。これにより、隣接する基地局と同時に通信可能な場合、最小の干渉による高い効率での通信を行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態である無線データ通信システムが具備する基地局の概略構成を示すブロック図である。

【図2】 本発明の一実施形態による無線データ通信システムの6角セルの場合における効果を模式的に示すブロック図である。

【図3】 本発明の第二の実施形態による無線データ通信システムの送信電力の階層化を示す図である。

【図4】 本発明の一実施形態による無線データ通信システムにおける移動局の概略構成を示すブロック図である。

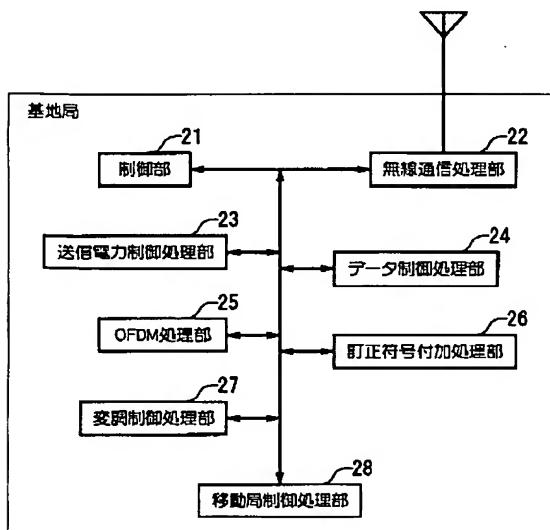
【図5】 本発明の第三の実施形態による無線データ通信システムにおける基地局のセクタ化を示すブロック図である。

【図6】 本発明の第四の実施形態である無線データ通信システムにおいて、偏りのあるトラフィックの分布を示す図である。

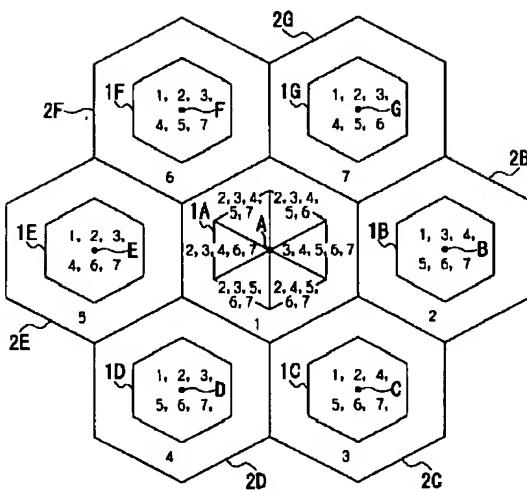
#### 【符号の説明】

- |     |             |
|-----|-------------|
| 2 1 | 制御部         |
| 2 2 | 無線通信処理部     |
| 2 3 | 送信電力制御処理部   |
| 2 4 | データ制御処理部    |
| 2 5 | O F D M 処理部 |
| 2 6 | 訂正符号付加処理部   |
| 2 7 | 変調制御処理部     |
| 2 8 | 移動局制御処理部    |
| 4 1 | 制御部         |
| 4 2 | 無線通信処理部     |
| 4 3 | 検出処理部       |
| 4 4 | 階層決定処理部     |
| 4 5 | 通信制御処理部     |

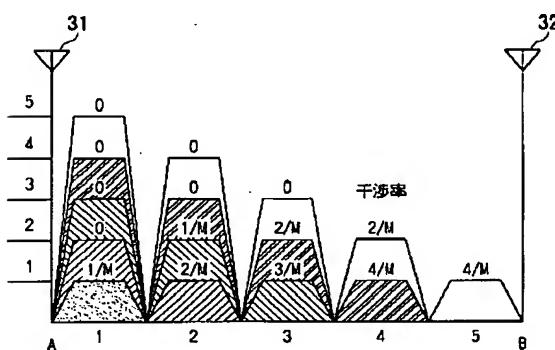
【図1】



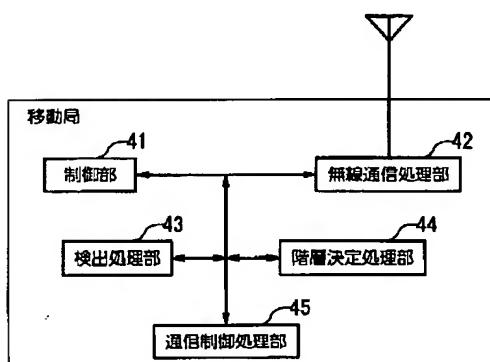
【図2】



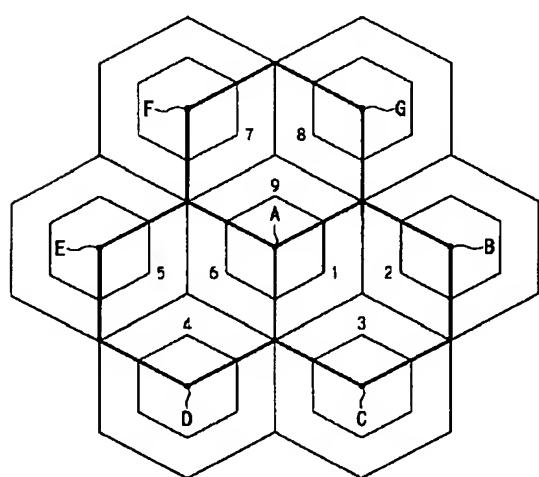
【図3】



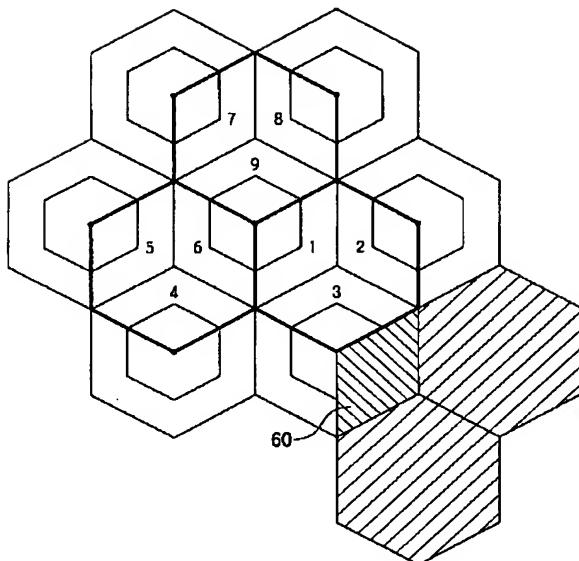
【図4】



【図5】



【図6】



## フロントページの続き

(72)発明者 植岡 康茂

東京都千代田区大手町一丁目5番1号 三菱マテリアル株式会社移動体事業推進本部内

(72)発明者 田里 和義

東京都武藏野市吉祥寺本町一丁目8番10号 三菱マテリアル株式会社移動体事業開発センター内

(72)発明者 中村 賢蔵

東京都武藏野市吉祥寺本町一丁目8番10号 三菱マテリアル株式会社移動体事業開発センター内

(72)発明者 松野 吉宏

東京都武藏野市吉祥寺本町一丁目8番10号 三菱マテリアル株式会社移動体事業開発センター内

(72)発明者 服部 武

東京都世田谷区瀬田3-12-21-205

F ターム(参考) 5K067 AA03 AA11 CC08 EE02 EE10  
EE45 EE46 GG08 HH21 KK02